

Practitioner's Docket No. 1406/166

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: Hansel et al.

Application No.: 10/660,091

Group No.: 2812

Filed: September 10, 2003

Examiner: Not Assigned

For: FABRICATION METHOD FOR A SEMICONDUCTOR STRUCTURE HAVING A PARTLY FILLED TRENCH

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

TRANSMITTAL OF CERTIFIED COPY

Attached please find the certified copy of the foreign application from which priority is claimed for this case:

Country: DE

Application Number: 10242629.5

Filing Date: 09/13/2002

Date:

12/9/03

1406/166 REJ/cht
Customer No.: 25297

Richard E. Jenkins
Signature of Practitioner

Richard E. Jenkins
Registration No. 28,428

CERTIFICATE OF MAILING (37 C.F.R. § 1.8(a))

I hereby certify that this paper (along with any paper referred to as being attached or enclosed) is being deposited with the United States Postal Service on the date shown below with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to the Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Date:

12/10/03

Cathi H. Turner
(type or print name of person mailing paper)

Cathi H. Turner
Signature of person mailing paper

WARNING: "Facsimile transmissions are not permitted and if submitted will not be accorded a date of receipt" for "(4) Drawings submitted under §§ 1.81, 1.83 through 1.85, 1.152, 1.165, 1.174, 1.437" 37 C.F.R. § 1.6(d)(4).



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 42 629.5

Anmeldetag: 13. September 2002

Anmelder/Inhaber: Infineon Technologies AG,
München/DE

Bezeichnung: Herstellungsverfahren für eine Halbleiterstruktur mit
einem teilweise gefüllten Graben

IPC: H 01 L 21/3065

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 11. September 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag


Stanschus

Beschreibung

Herstellungsverfahren für eine Halbleiterstruktur mit einem teilweise gefüllten Graben

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Herstellungsverfahren für eine Halbleiterstruktur mit einem teilweise gefüllten Graben.

10 Obwohl prinzipiell auf beliebige integrierte Schaltungen anwendbar, werden die vorliegende Erfindung sowie die ihr zugrundeliegende Problematik in bezug Halbleiterstrukturen in Silizium-Technologie erläutert.

15 Fig. 2a-d zeigen schematische Darstellungen aufeinanderfolgender Verfahrensstadien eines Herstellungsverfahrens für eine Halbleiterstruktur mit einem teilweise gefüllten Graben zur Illustration der der Erfindung zugrundeliegenden Problematik.

20

In Fig. 2a bezeichnet Bezugszeichen 1 ein Silizium-Halbleitersubstrat, in das mittels einer Hartmaske 5 ein Graben 2 geätzt worden ist. Dieser Graben 2 ist mit einer Füllung 10 derart gefüllt worden, das die Füllung 10 um eine erste Höhe h_1 über eine Oberfläche OF der Hartmaske 5 übersteht, wobei die Füllung 10 sowohl im Bereich des Grabens 2 als auch im Bereich der Peripherie 20 des Grabens 2 übersteht. Eine derartige Füllung 10 lässt sich beispielsweise mit einem üblichen CVD-Abscheidungsprozess vorsehen.

25

30

Zum Planarisieren und Einsenken der Füllung 10 im Graben 2, also zum Vorsehen eines teilweise gefüllten Grabens 2, werden nun folgende Schritte durchgeführt.

35

Wie in Fig. 2b illustriert, wird zunächst ein erster Plasmaätzschritt mit einer Ätzmittelzusammensetzung aus $\text{SF}_6/\text{Ar}/\text{Cl}_2$

durchgeführt, wobei eine hohe Plasmaleistung angelegt wird, was dazu führt, dass dieser erste Ätzschritt mit relativ hoher Ätzrate verläuft. Das Erreichen der Oberfläche OF der Hartmaske 5 wird durch eine optische Endpunkterkennung detektiert, welche allerdings eine gewisse Verzögerung aufweist, so dass bei der eigentlichen Endpunkterkennung die Füllung 10 bereits um eine Tiefe T_0 in dem Graben 2 eingesenkt ist. Insbesondere weist diese Tiefe T_0 eine bestimmte Schwankungsbreite $\Delta 1$ auf.

10

Mit Auslösung der Endpunkterkennung wird die Ätzmittelzusammensetzung im Plasmareaktor von $\text{SF}_6/\text{Ar}/\text{Cl}_2$ auf SF_6/Ar umgestellt, ohne dass der Ätzprozess unterbrochen wird. Die Ursache dafür ist, dass eine Ätzmittelzusammensetzung SF_6/Ar beim vorhergehenden Planarisierungsschritt nicht zweckmäßig ist, da eine derartige Ätzmittelzusammensetzung eine schlechte Uniformität auf der großen Oberfläche OF aufweisen würde.

15

Gleichzeitig mit dem Ändern der Ätzmittelzusammensetzung wird auch die Plasmaleistung umgestellt. Dies bewirkt, dass während einer bestimmten Stabilisierungszeitspanne von typischerweise einigen Sekunden die Ätzrate und Uniformität des Ätzprozesses sich auf mehr oder weniger schlecht definierbare Weise ändern.

20

Demzufolge ist die Füllung 10 um eine Tiefe T_1 mit einer Schwankungsbreite $\Delta 2$ in dem Graben 2 eingesenkt, bevor der eigentliche Einsenkschritt mit der stabilisierten Ätzmittelzusammensetzung beginnt.

30

Dies wiederum hat zur Folge, dass die Starttiefe T_1 für den folgenden Einsenkschritt sehr ungenau bestimmbar ist. Da der Einsenkschritt mit einer festvergebenen Zeit durchgeführt wird bedeutet dies, dass die endgültige gewünschte Einsenktiefe T ebenfalls mit einer nicht unerheblichen Schwankungsbreite $\Delta 3$ variiert.

35

Die der vorliegenden Erfindung zugrundeliegende Problematik besteht deshalb darin, ein verbessertes Herstellungsverfahren für eine Halbleiterstruktur mit einem teilweise gefüllten Graben zu schaffen, das es ermöglicht, geringere Schwankungen
5 der endgültigen Einsenktiefe zu erhalten.

Erfindungsgemäß wird dieses Problem durch das in Anspruch 1 angegebene Herstellungsverfahren gelöst.

10 Die Vorteile des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens liegen insbesondere darin, dass sich mit dem erfindungsgemäßen Verfahren die endgültige Einsenktiefe mit sehr geringer Schwankungsbreite einstellen lässt.

15 Die der vorliegenden Erfindung zugrundeliegende Idee besteht darin, dass für die Planarisierung und das anschließende Einsenken im wesentlichen die gleiche Gaszusammensetzung und Plasmaleistung verwendet werden und dadurch der Stabilisierungsschritt eingespart werden kann.

20

In den Unteransprüchen finden sich vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des Gegenstandes der Erfindung.

25 Gemäss einer bevorzugten Weiterbildung wird ein Planarisieren der Füllung in einem nullten Ätzschritt vor dem ersten Ätzschritt derart durchgeführt, dass die Füllung um eine zweite Höhe über der Oberfläche der Halbleiterstruktur übersteht, wobei die Füllung den Graben und die Peripherie des Grabens überdeckt, wobei der nullte Ätzschritt eine höhere Ätzrate
30 als der erste Ätzschritt hat. Dies hat den Vorteil, dass zuerst eine relativ schnelle Planarisierung durchgeführt wird, welche jedoch vor dem Touch-Down verlangsamt wird. So lässt sich der Touch-Down-Augenblick und damit der Beginn des Einsenkens sehr zuverlässig erfassen und zudem der Gesamtprozess
35 beschleunigen.

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung werden für den nullten Ätzschrift im wesentlichen die gleiche Ätzmittelzusammensetzung wie für den ersten und zweiten Ätzschrift, 5 aber eine erhöhte Plasmaleistung verwendet.

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird zumindest der erste Ätzschrift mit einer ersten Zeitdauer durchgeführt, die von einer Endpunkterkennung bestimmt wird.

10

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung werden der nullte Ätzschrift und der zweite Ätzschrift mit einer vorbestimmten nullten und zweiten Zeitdauer durchgeführt. Aber auch für diese Ätzschriften könnte prinzipiell eine Endpunkterkennung angewendet werden. 15

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird der zweite Ätzschrift mit einer zweiten Zeitdauer durchgeführt, die von einer Endpunkterkennung bestimmt. Aufgrund der definierten Starttiefe für den Einsenkschritt ist auch der Fehler bei der Endpunktbestimmung in diesem Schritt verringert. 20

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung enthält die Ätzmittelzusammensetzung SF_6 , Ar und Cl_2 . 25

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung umfasst die Halbleiterstruktur ein Halbleitersubstrat und eine darauf befindliche Maske, wobei die Maske zum Ätzen des Grabens verwendet wird. 30

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird die Endpunkterkennung interferometrisch durchgeführt.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

5 Fig. 1a-d zeigen schematische Darstellungen aufeinanderfolgender Verfahrensstadien eines Herstellungsverfahrens für eine Halbleiterstruktur mit einem teilweise gefüllten Graben als Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; und

10

Fig. 2a-d zeigen schematische Darstellungen aufeinanderfolgender Verfahrensstadien eines Herstellungsverfahrens für eine Halbleiterstruktur mit einem teilweise gefüllten Graben zur Illustration der der Erfindung zugrundeliegenden Problematik.

15

In Fig. 1 und 2 bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder funktionsgleiche Bestandteile.

20 Die Ausgangssituation gemäß Fig. 1a ist dieselbe wie die, welche bereits mit Bezug auf Fig. 2a erläutert wurde.

Wie in Fig. 1b illustriert, erfolgt dann ein nullter Plasma-Ätzschritt zum Planarisieren mit einer Ätzmittelzusammensetzung $\text{SF}_6/\text{Ar}/\text{Cl}_2$ mit hoher Leistung und vorgegebener Zeit, welcher ein derartiges Planarisieren der Füllung 10 bewirkt, das die Füllung 10 um eine zweite Höhe h_2 über der Oberfläche OF der Hartmaske 5 übersteht. Die Füllung 10 überdeckt dabei noch den Graben 2 und die Peripherie 20 des Grabens 2.

30

Nach dieser in diesem Beispiel vorgegebenen Zeit wird die Ätzmittelzusammensetzung nicht verändert bzw. nur unwesentlich verändert, jedoch die Plasmaleistung deutlich verringert, was eine Verringerung der Ätzrate mit sich bringt. Anschließend wird mit verringerter Ätzrate solange geätzt, bis die Füllung 10 im wesentlichen planar mit der Oberfläche OF

35

der Hartmaske 5 ist. Dabei lässt sich auf Grund der verringerten Ätzrate der Endpunkt mittels einer optischen Endpunkterkennung relativ genau bestimmen.

- 5 Ausgehend von dem erkannten Endpunkt wird ein Einsenk-
Ätzschritt mit vorbestimmter Zeitdauer und unveränderter bzw.
unwesentlich veränderter Ätzmittelzusammensetzung durchge-
führt, um schließlich zur gewünschten Einsenktiefe T zu ge-
langen, wie dies in Fig. 1d illustriert ist.

10

Gemäss dem oben Gesagten weist bei dieser Ausführungsform des
erfindungsgemäßen Verfahrens die endgültige Einsenktiefe T
eine wesentlich geringere Schwankungsbreite auf als die
Schwankungsbreite $\Delta 3$, welche bereits mit Bezug auf Fig. 2d
15 erläutert wurde.

15

Obwohl die vorliegende Erfindung vorstehend anhand eines be-
vorzugten Ausführungsbeispiels beschrieben wurde, ist sie
darauf nicht beschränkt, sondern auf vielfältige Art und Wei-
20 se modifizierbar.

20

Insbesondere sind die Auswahl der Masken- und Substratmateri-
alien deren Anordnung nur beispielhaft und können in vieler-
lei Art variiert werden.

25

Obwohl bei dem obigen Beispiel nur für den ersten Ätzschritt
eine Endpunkterkennung angewendet wurde, kann diese selbst-
verständlich auch für die weiteren Ätzschritte herangezogen
werden.

30

Ein Beispiel für eine unwesentliche Änderung der Ätzmittelzu-
sammensetzung beim obigen Beispiel wäre eine leichte Ver-
schiebung des Cl/SF_6 -Verhältnisses unter Konstanthaltung des
Gesamtflusses im Bereich bis zu 10%.

Patentansprüche

1. Herstellungsverfahren für eine Halbleiterstruktur mit einem teilweise gefüllten Graben mit den Schritten:

5

Bereitstellen einer Halbleiterstruktur (1, 5) mit einem Graben (2);

10

Füllen des Grabens (2) mit einer Füllung (10) derart, dass die Füllung (10) um eine erste Höhe (h1) über einer Oberfläche (OF) der Halbleiterstruktur (1, 5) übersteht, wobei die Füllung (10) den Graben (2) und die Peripherie (20) des Grabens (2) überdeckt;

15

Planarisieren der Füllung (10) in einem ersten Ätzschritt derart, dass die Füllung (10) im wesentlichen planar mit der Oberfläche (OF) der Halbleiterstruktur (1, 5) ist; und

20

Einsenken der Füllung (10) in dem Graben (2) in einem zweiten Ätzschritt um eine vorbestimmte Tiefe (T) ausgehend von der Oberfläche der Halbleiterstruktur (1, 5);

25

wobei für den ersten und zweiten Ätzschritt im wesentlichen die gleiche Plasmaleistung und die gleiche Ätzmittelzusammensetzung verwendet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

30

dass ein Planarisieren der Füllung (10) in einem nullten Ätzschritt vor dem ersten Ätzschritt derart durchgeführt wird, dass die Füllung (10) um eine zweite Höhe (h2) über der Oberfläche (OF) der Halbleiterstruktur (1, 5) übersteht, wobei die Füllung (10) den Graben (2) und die Peripherie (20) des Grabens (2) überdeckt, wobei der nullte Ätzschritt eine höhere Ätzrate als der erste Ätzschritt hat.

35

3. Verfahren nach Anspruch 2,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass für den nullten Ätzschritt im wesentlichen die gleiche

5 Ätzmittelzusammensetzung wie für den ersten und zweiten Ätzschritt, aber eine erhöhte Plasmaleistung verwendet werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

10 dass zumindest der erste Ätzschritt mit einer ersten Zeitdauer durchgeführt wird, die von einer Endpunkterkennung bestimmt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 2, 3 oder 4,

15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass der nullte Ätzschritt und der zweite Ätzschritt mit einer vorbestimmten nullten und zweiten Zeitdauer durchgeführt werden.

20 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 4,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass der zweite Ätzschritt mit einer zweiten Zeitdauer durchgeführt wird, die von einer Endpunkterkennung bestimmt wird.

25 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass die Ätzmittelzusammensetzung SF_6 , Ar und Cl_2 enthält.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass die Halbleiterstruktur (1, 5) ein Halbleitersubstrat (1) und eine darauf befindliche Maske (5) umfasst, wobei die Maske (5) zum Ätzen des Grabens (2) verwendet wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 4 bis 8,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Endpunkterkennung interferometrisch durchgeführt
wird.

Zusammenfassung

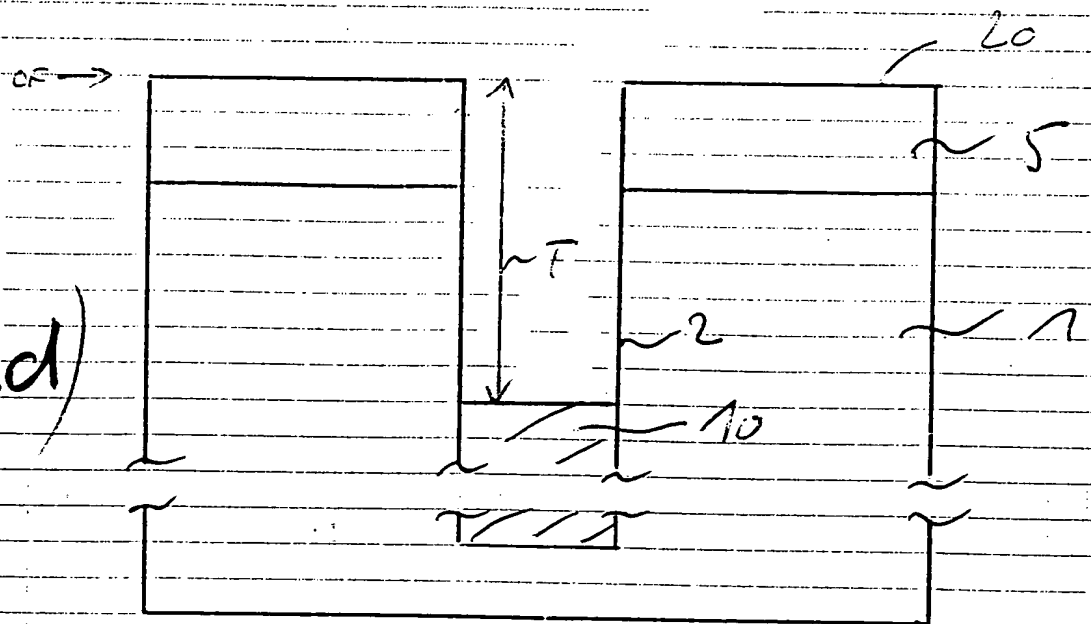
Herstellungsverfahren für eine Halbleiterstruktur mit einem teilweise gefüllten Graben

5

Die vorliegende Erfindung schafft ein Herstellungsverfahren für eine Halbleiterstruktur mit einem teilweise gefüllten Graben mit den Schritten: Bereitstellen einer Halbleiterstruktur (1, 5) mit einem Graben (2); Füllen des Grabens (2) mit einer Füllung (10) derart, dass die Füllung (10) um eine erste Höhe (h1) über einer Oberfläche (OF) der Halbleiterstruktur (1, 5) übersteht, wobei die Füllung (10) den Graben (2) und die Peripherie (20) des Grabens (2) überdeckt; Planarisieren der Füllung (10) in einem ersten Ätzschritt derart, dass die Füllung (10) im wesentlichen planar mit der Oberfläche (OF) der Halbleiterstruktur (1, 5) ist; und Einsenken der Füllung (10) in dem Graben (2) in einem zweiten Ätzschritt um eine vorbestimmte Tiefe (T) ausgehend von der Oberfläche der Halbleiterstruktur (1, 5); wobei für den ersten und zweiten Ätzschritt im wesentlichen die gleiche Plasmaleistung und die gleiche Ätzmittelzusammensetzung verwendet werden.

(Fig. 1d)

Fig. 1d)



Bezugszeichenliste

	1	Silizium-Halbleitersubstrat
	2	Graben
5	5	Hartmaske
	10	Polysilizium-Füllung
	20	Peripherie
	$\Delta 1, \Delta 2, \Delta 3$	Schwankungsbreiten
	h1, h2	Höhe
10	T, T0, T1	Tiefe
	OF	Oberfläche

1/4

FIG. 1

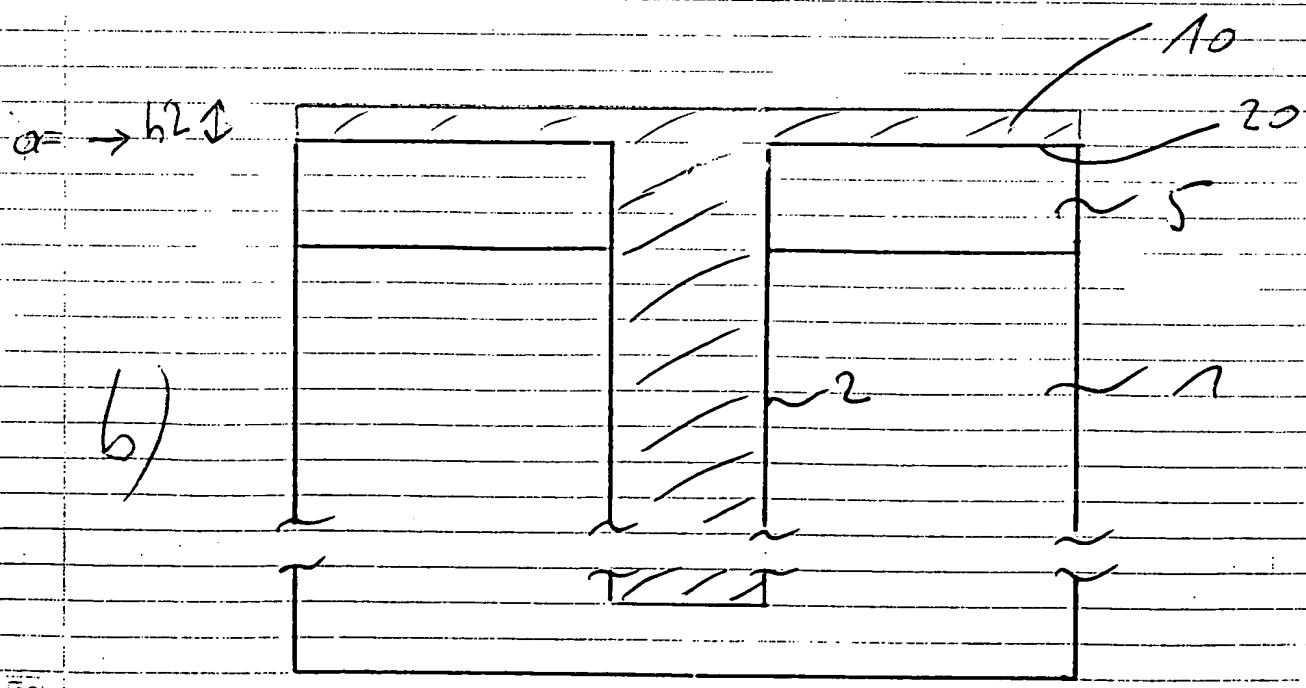
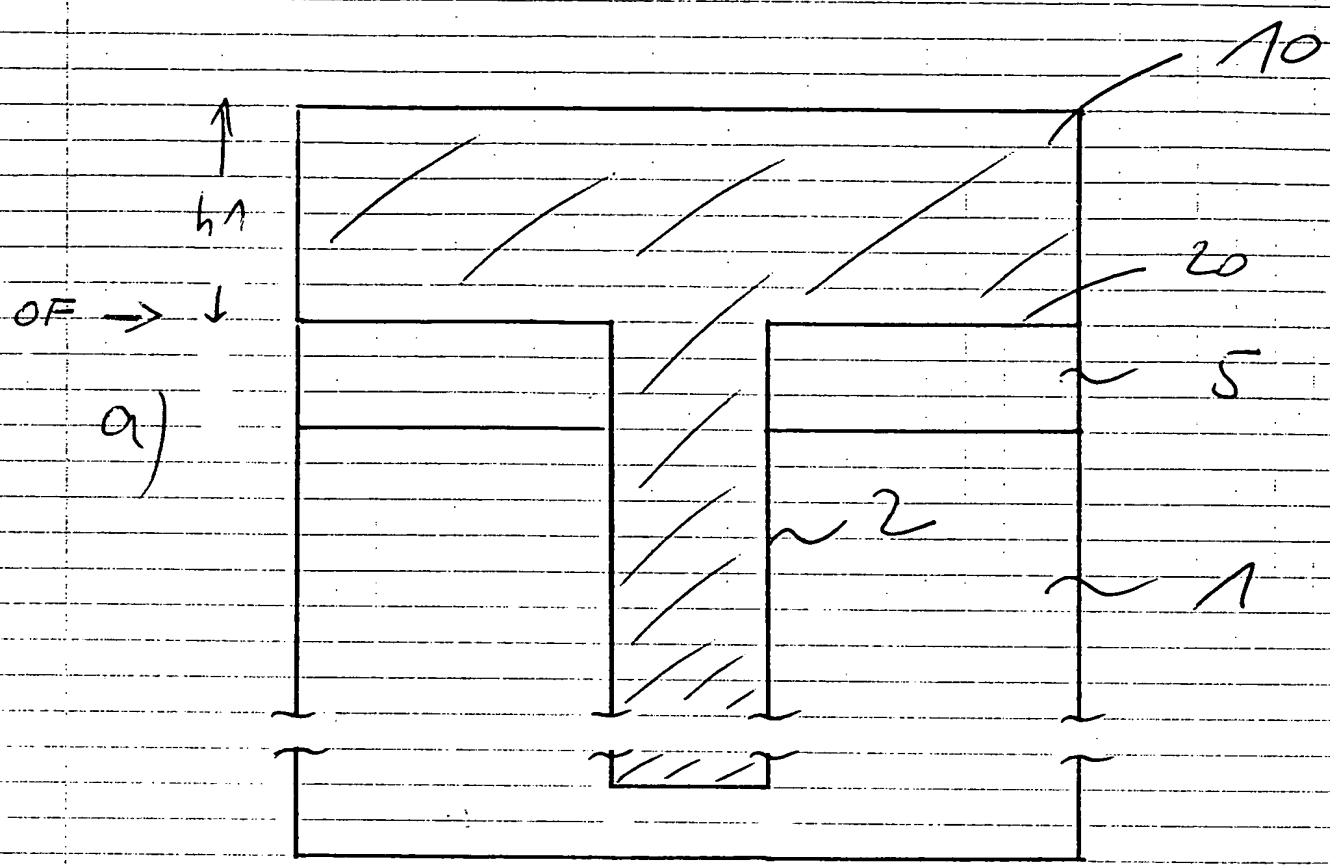
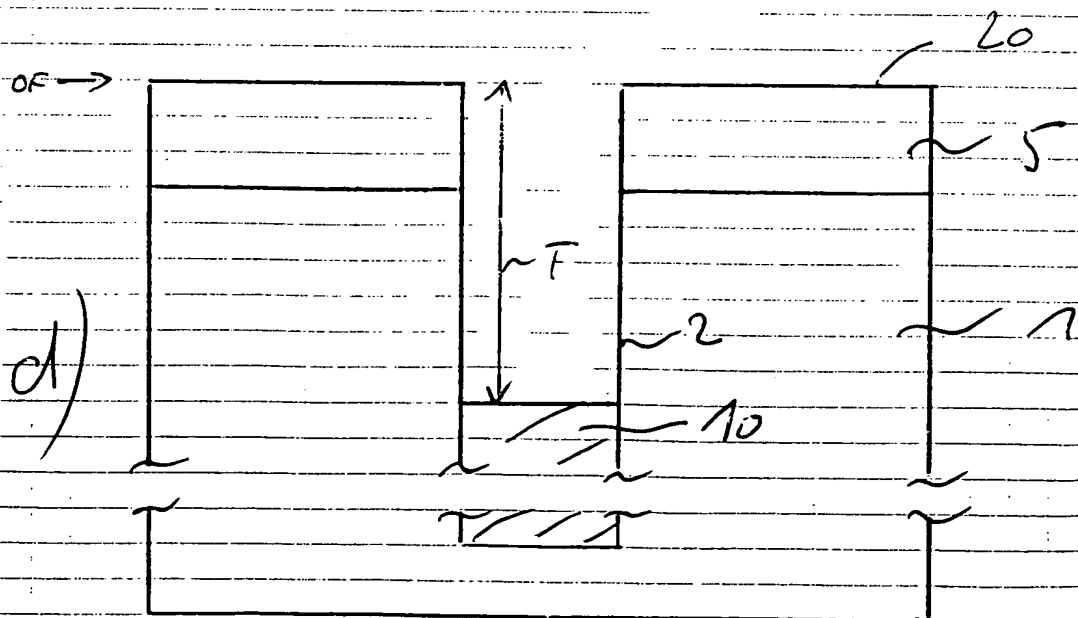
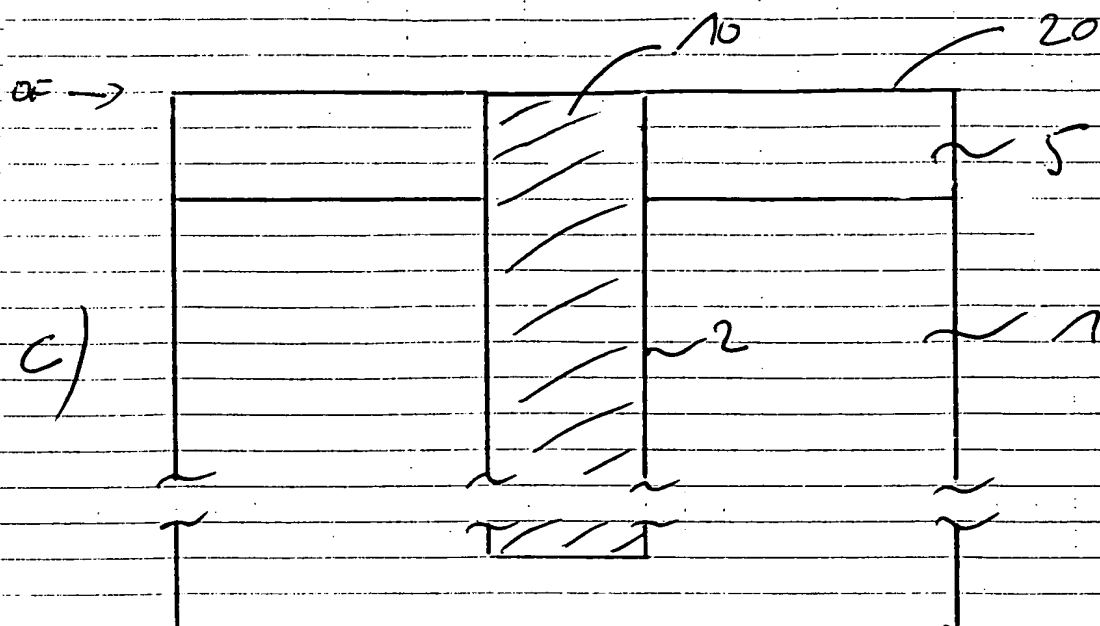


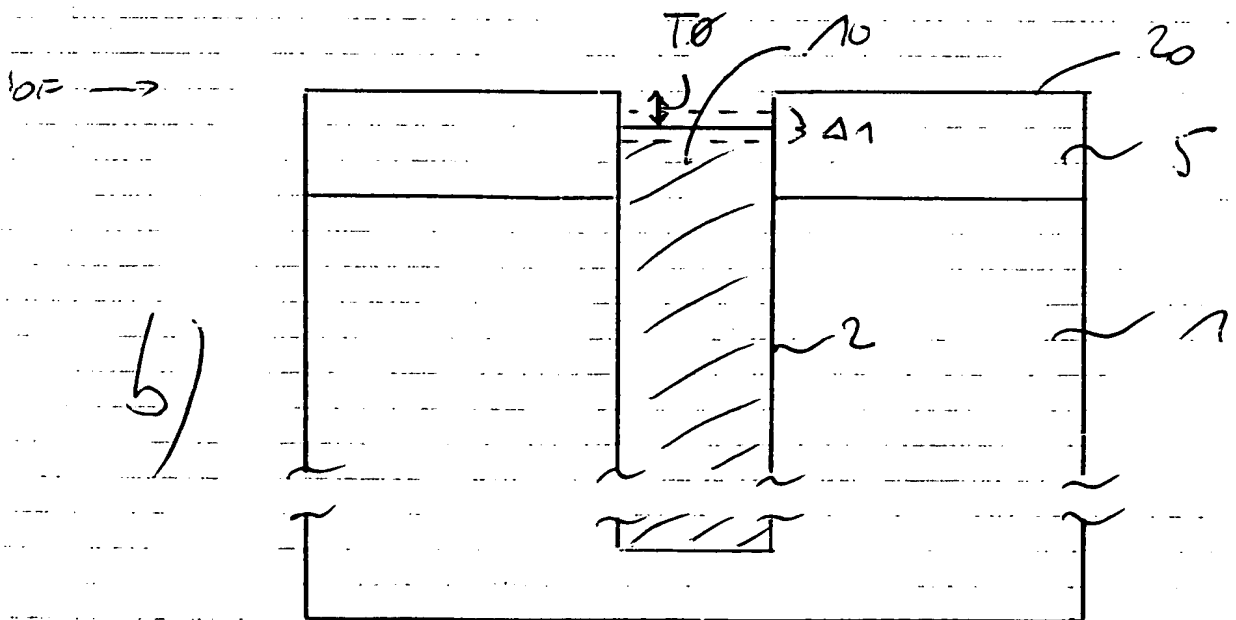
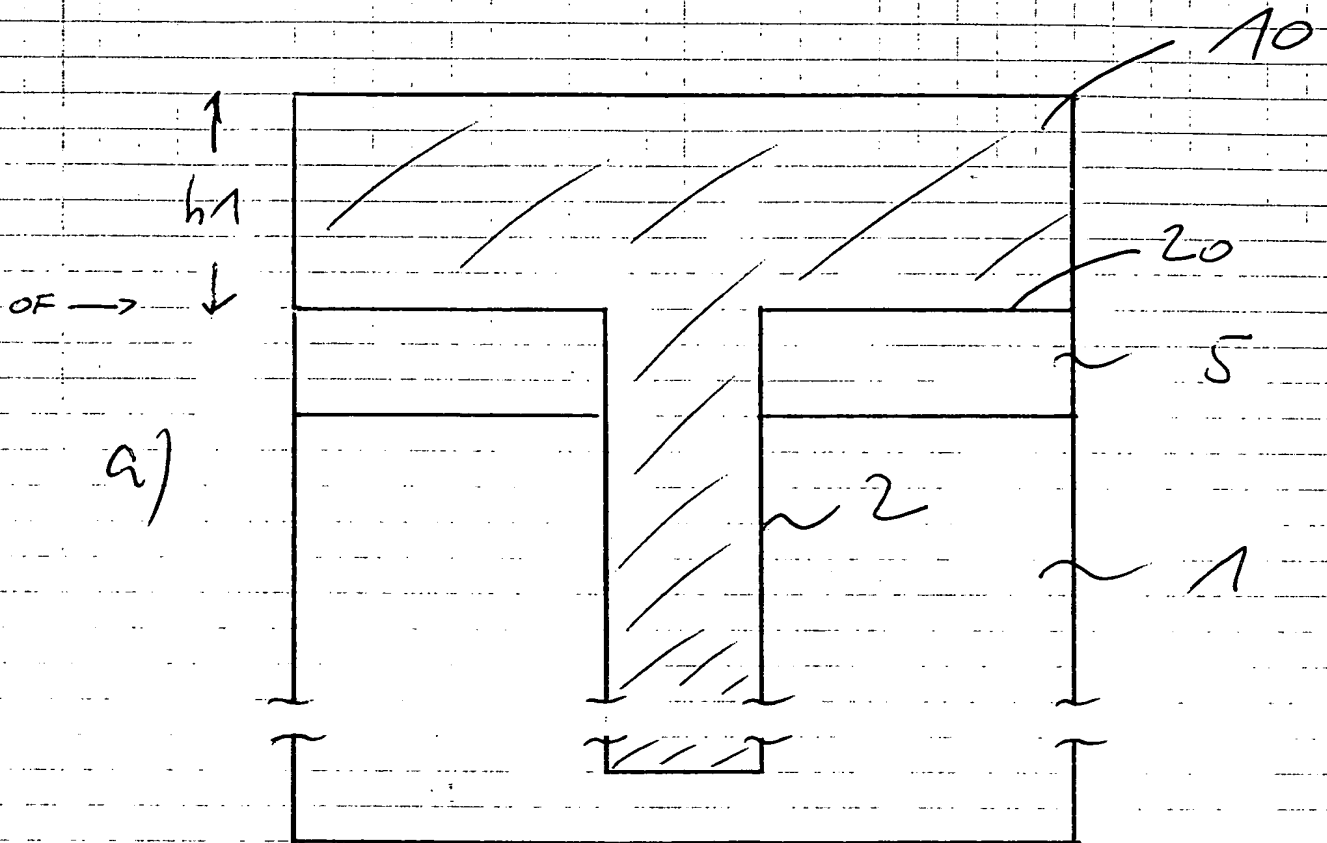
FIG. 1

2/4



3/4

FIG. 2



4/4

Fig. 2

